



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 21 227 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
H 04 B 7/26
G 01 S 3/02
G 01 S 5/04

②1 Aktenzeichen: P 44 21 227.5
②2 Anmeldetag: 17. 6. 94
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 95

DE 44 21 227 A 1

⑦1 Anmelder:
Daimler-Benz Aerospace AG, 80804 München, DE

⑦2 Erfinder:
Bodemann, Gerhard, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE;
Esprester, Ralf, Dr.-Ing., 89160 Dornstadt, DE;
Schöffel, Helmut, Dipl.-Ing., 89257 Illertissen, DE

⑤4 Verfahren zur Ortung von in Not geratenen Mobilstationen in einem zellular aufgebauten Mobilfunknetz

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ortung von in Not geratenen Mobilstationen in einem zellular aufgebauten Mobilfunknetz mit mehreren ortsfesten Basisstationen und Mobilstationen. Das Netz weist mindestens eine Speicher-Einrichtung auf, die Informationen über die Identität der einzelnen Mobilstationen sowie über die Zelle oder die Zellengruppe enthält, in der die zu ortende Mobilstation zuletzt gemeldet war, wobei die Informationen der Speicher-Einrichtung zur groben Ortsbestimmung der zu ortenden Mobilstation verwendet werden und zur genaueren Ortsbestimmung eine Peilung durchgeführt wird. Um ein schnelles Auffinden der in Not geratenen Mobilstation zu ermöglichen, wird nach der Erfindung wie folgt verfahren: Die Peilung wird von einer jeweils in Funkkontakt mit dem Mobilfunknetz stehenden Suchstation durchgeführt, die entweder mit einer mobilen Basisstation mit Peiler oder nur mit einem mobilen Peiler ausgerüstet ist, wobei zur Realisierung des Funkkontaktes die mobile Basisstation bzw. der mobile Peiler über Funk an das Mobilfunknetz angekoppelt und mit diesem synchronisiert ist. Die mit der Mobilstation in Funkkontakt stehende Basisstation veranlaßt die Mobilstation, Sendesignale auszusenden, die von dem mobilen Peiler empfangen werden. Das Ortungsergebnis wird anhand der Empfangssignale des mobilen Peilers ermittelt.

DE 44 21 227 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ortung von in Not geratenen Mobilstationen in einem zellular aufgebauten Mobilfunknetz gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Ortsbestimmung von Mobilstationen in Funknetzen ist für eine Vielzahl von Anwendungen wünschenswert. Beispiele hierfür sind Notrufe oder Sicherheits- und Gefahrguttransporte, aber auch die Überwachung von Fahrzeugflotten z. B. von Speditionen oder Fahrzeugvermietern.

Grundsätzlich kann man bei den Verfahren zur Ortung von Mobilstationen in einem zellular aufgebauten Mobilfunknetz zwischen Eigenortung und Fremddortung unterscheiden, wobei die Fremddortung wiederum in zwei Klassen unterteilt werden kann.

Bei der Eigenortung stellt der Teilnehmer seinen Standort selbst fest. Dazu können z. B. Funknavigationsmethoden (GPS (Global Positioning System), Deca), Kompaßmethoden und Wegeaufnehmer ("dead reckoning") oder andere Hilfsmittel verwendet werden. Der Teilnehmer bzw. sein Gerät, d. h. die Mobilstation meldet den aktuellen Aufenthaltsort über das Mobilfunknetz zu einer Zentralstation. Dies geschieht entweder automatisch durch die Mobilstation oder nach Abfrage ("polling") durch die Zentralstation. Bei der Fremddortung mit Mobilstations-Unterstützung meldet sich der Teilnehmer bzw. die Mobilstation im Netz und verlangt explizit oder implizit (z. B. beim Notruf) eine Bestimmung des Standorts der Mobilstation durch das Mobilfunknetz. Das Mobilfunknetz führt dann die Ortsbestimmung durch. Durch das Melden des Teilnehmers wird die Ortsbestimmung erheblich erleichtert, denn die Triggerung für die Messung und das Suchen des Teilnehmers im Netz entfällt. Bei der Fremddortung ohne Mobilstations-Unterstützung stellt das Mobilfunknetz zunächst den ungefähren Standort des Teilnehmers (z. B. die Funkzelle) fest, und führt dann eine genaue Ortsbestimmung ohne Zutun des Teilnehmers durch. Dabei ist es möglich, daß der Teilnehmer den Vorgang der Ortsbestimmung nicht wahrnimmt. Die Fremddortungsverfahren ohne Mobilstations-Unterstützung sind die technisch aufwendigsten Verfahren. Wenn eine Fremddortung ohne Mobilstations-Unterstützung realisiert ist, läßt sich daraus eine Fremddortung mit Mobilstations-Unterstützung leicht ableiten.

Für synchrone öffentliche Mobilfunknetze (PLMN = Public Land Mobile Network) wurden bereits Fremddortungsverfahren von Mobilstationen vorgeschlagen.

So ist beispielsweise in dem Artikel von H. Hamalek und K. Kammerlander "Grundlagen und Praxis der Funkzellengestaltung mit relativer Entfernungsmessung im Netz C der DBP", in: NTG-Fachberichte Bewegliche Funkdienste, Band 90, Seiten 157—167, ein Ortungsverfahren für das (auf analoger Basis arbeitende) C-Netz der Deutschen Bundespost beschrieben, nach dem die Mobilstation durch Messung des Zeitversatzes zwischen den Empfangssignalen von zwei ortsfesten Basisstationen die relative Entfernung bestimmen kann. Sind mehr als zwei Basisstationen an dem Meßvorgang beteiligt, und kennt man die Orte der Basisstationen, so kann auch der Ort der zu ortenden Mobilstation bestimmt werden. Dieses Verfahren läßt sich auch auf andere synchrone Funkssysteme, z. B. auf das (digital arbeitende) europäische GSM (Groupe-Speciale-Mobile)-Netz bzw. das diesem Netz angehörende deutsche D-Netz, übertragen, sofern in einem solchen Netz der

Rahmenversatz zwischen den einzelnen Basisstationen bekannt ist.

Aus der EP 0 335 558 A2 ist ferner ein Ortungsverfahren für Mobilfunknetze bekannt, bei dem durch Laufzeitmessungen von mehreren Basisstationen aus der Ort der zu ortenden Mobilstation bestimmt wird, indem eine Basisstation eine Meldung aussendet und die zu ortende Mobilstation nach dem Empfang der Meldung eine Antwort aussendet. Ausgewählte Basisstationen messen die Verzögerungszeit bis zum Empfang dieser Antwort und ermitteln daraus die Signallaufzeit.

Dieses Verfahren ist ungenau, denn die Reaktionszeit der Mobilstation, die herstellerabhängig ist, geht erheblich in die Laufzeit mit ein. Das Verfahren ist im Grunde für analoge arbeitende Mobilfunksysteme konzipiert, denn in diesen Systemen stehen keine anderen Möglichkeiten als die beschriebene für die Laufzeitmessung zur Verfügung (mit Ausnahme des erwähnten C-Netzes). Darüber hinaus ist die Genauigkeit der Laufzeitmessung in den analogen Schmalbandsystemen durch die Kanalbreite von typisch 25 kHz sehr eingeschränkt.

Im GSM-Netz, das eine Kanalbreite von 200 kHz hat, ist es möglich, die Signallaufzeit mit der Genauigkeit von etwa 1 Bit, das entspricht 3,7 Mikrosekunden, zu messen. Dies ermöglicht eine weit höhere Genauigkeit der Standortbestimmung als in analogen Systemen. Die dazu nötige Messung ist im System bereits eingebaut, jedoch nicht primär zum Zweck der Entfernungsbestimmungen, sondern als Laufzeitregelung für den Zeitmultiplex. Ein Überblick über das GSM-Netz und seine Eigenschaften gibt die Artikelserie von H. Ochsner: "Das zukünftige paneuropäische digitale Mobiltelefonsystem", Teil 1: "GSM-Empfehlungen und Dienste" (Bulletin SEV/VSE 79 (1988) 11, S. 603—608), Teil 2: "Die Funkstrecke" (Bulletin ASE/UCS 79 (1988) 15, S. 937—942, Teil 3: "Digitalisierung der Sprache und Netzwerkaspekte" (Bulletin ASE/UCS 79 (1988) 21, S. 1318—1324).

Es gibt jedoch eine Reihe von prinzipiellen Nachteilen der Standortbestimmung durch Laufzeitmessung von mehreren Basisstationen aus. Als erstes ist — wie bereits erwähnt — die mangelnde Genauigkeit zu nennen, die durch herstellerabhängige Reaktionszeiten der Mobilstationen verursacht wird. Dies ist bei dem in EP 0 335 558 A2 vorgeschlagenen Verfahren besonders gravierend, da dort die Reaktionszeit auf Meldungsebene gemessen wird und dadurch von der Implementierung der Hard- und Software abhängig ist. Im GSM-Netz wird dagegen die Reaktionszeit auf der physikalischen Ebene gemessen und ist daher erheblich genauer.

Die Laufzeitmessungen werden mit dem demodulierten Signal durchgeführt. Folglich wird die praktisch erzielbare Genauigkeit unter dem Genauigkeitswert liegen, der theoretisch durch die Übertragungsbandbreite gegeben ist.

Zusätzlich zu diesen Effekten kommt die Ungenauigkeit der Laufzeitmessung durch Umwege (Mehrwegeausbreitung) dazu. Die gemessenen Entfernungen sind dadurch im Mittel größer als die tatsächlichen.

Als größter Nachteil ist jedoch zu nennen, daß die Laufzeitmessungen von mindestens zwei Basisstationen aus durchgeführt werden muß. Dazu ist das Weiterreichen der Verbindung ("Handover") zwischen den an der Laufzeitmessung beteiligten Stationen nötig. Das Weiterreichen einer Verbindung zu einer Nachbarbasisstation ist jedoch nur in Gebieten möglich, in denen sich die Funkzellen überlappen. Aus Feldstärkegründen kann eine Standortbestimmung in Gebieten ohne Überlappung

dagegen nicht durchgeführt werden.

Ein weiterer Nachteil des im C-Netz angewendeten Verfahren ist die erforderliche Synchronisation der Zellen untereinander, die nicht in jedem Mobilfunksystem gegeben ist.

In der nachveröffentlichten DE 43 21 418 A1 wird ein Ortungsverfahren beschrieben, das eine genauere Standortbestimmung von Mobilstationen innerhalb eines zellular aufgebauten Mobilfunknetzes ermöglicht.

Ausgehend von einem z. B. aus dem Artikel von H. Hamalek und K. Kammerlander bereits bekannten Verfahren zur Ortung von Mobilstationen in einem zellular aufgebauten Mobilfunknetz mit mehreren räumlich verteilten und jeweils einer oder mehreren Zellen zugeordneten ortsfesten Basisstationen und mindestens einer Mobilstation, welches Netz mindestens eine Speicher-Einrichtung aufweist, welche Informationen über die Identität der mindestens einen Mobilstation sowie über die Zelle oder die Zellengruppe enthält, in der die mindestens eine Mobilstation zuletzt gemeldet war, sieht dieser Lösungsvorschlag vor, daß die Informationen der Speicher-Einrichtung zur groben Ortsbestimmung der zu ortenden Mobilstation verwendet werden und daß zur genaueren Ortsbestimmung mindestens eine Peilung durchgeführt wird.

Der wesentliche Vorteil dieses Lösungsvorschlags besteht darin, daß mit der Funkpeilung der zu ortenden Mobilstation eine sehr genaue Ortsbestimmung innerhalb der Zelle möglich ist, in der sich die zu ortende Mobilstation zum Zeitpunkt der Ortung gerade befindet.

Der Aufbau des Mobilfunknetzes ist hierbei so gestaltet, daß die einzelnen Basisstationen oder zumindest ein Teil dieser Basisstationen oder Gruppen von Basisstationen jeweils mit mindestens einem ihnen zugeordneten Peiler in Verbindung stehen und daß das Mobilfunknetz mindestens eine mit dem (den) Peiler(n) in Verbindung stehende Ortungszentrale aufweist.

Der wesentliche Vorteil dieses Netzes besteht darin, daß im Vergleich zu herkömmlichen zellular aufgebauten Mobilfunknetzen ein nur geringer Zusatzaufwand erforderlich ist. Neben der Bereitstellung der Peiler und der mindestens einen Ortungszentrale muß nur noch für eine (überwiegend softwaremäßige) Anbindung dieser Komponenten an das Mobilfunknetz gesorgt werden, das im übrigen Aufbau im wesentlichen gleich dem herkömmlichen Mobilfunknetze sein kann.

Eine besondere Ausgestaltungsform dieses Mobilfunknetzes sieht vor, daß die einzelnen Basisstationen oder Basisstationsgruppen jeweils über eine Funk- oder Drahtverbindung mit den ihnen zugeordneten Peilern verbunden sind, wobei die einzelnen Peiler mit den für eine Funkverbindung zur ihnen jeweils zugeordneten Basisstation erforderlichen Geräten einer Mobilstation ausgerüstet sind und die Funkverbindungen zu den ihnen jeweils zugeordneten Basisstationen jeweils über diese Geräte hergestellt werden.

Besonders vorteilhaft läßt sich diese Lösung in Mobilfunknetzen nach dem ETSI-GSM-Standard (vgl. hierzu die bereits zitierte Artikelserie von H. Ochsner über das GSM-Netz) einsetzen.

Im Zusammenhang mit in Not geratenen Mobilstationen z. B. infolge eines Verkehrsunfalls oder eines Überfalls auf die Mobilstation reicht es jedoch nicht aus, den Standort der in Not geratenen Mobilstation zu bestimmen. Vielmehr müssen Rettungs- und Hilfsfahrzeuge schnellstmöglich zum Standort geleitet werden, um den in der Regel hilflosen Teilnehmer retten bzw. befreien

zu können.

Insbesondere im Zusammenhang mit GSM-Notfall-Meldungen ergibt sich daher die Notwendigkeit den Notfall-Meldenden schnell zu finden, da häufig nur wenige Minuten darüber entscheiden, ob dem Verunglückten z. B. bei Gehirnschäden bleibende Defekte oder Rehabilitation/Wiedergenesung beschieden sind.

Eine Beschleunigung der Suchaktion ist vor allem immer dann geraten, wenn der Notmeldende nicht mehr selbst sprechen kann. Im allgemeinen muß die Suchaktion mit einem Rettungs- bzw. Hilfsfahrzeug durchgeführt werden.

Die einfache Ortungstechnik gemäß der nachveröffentlichten DE 43 21 418 A1 mit einem Peiler und entsprechender Laufzeitmessung (Timing Advance — Auswertung und "Ortung auf dem Peilstrahl") ergibt eine Peilgenauigkeit (mit etwa 70% Ortswahrscheinlichkeit) von typisch ein bis zwei km.

In jenen Fällen, wo schnelle Hilfe erforderlich ist, reicht diese Erst-Ortung nicht immer aus, da die Suchaktion in der Nähe der Notmeldenden durch die Rettungs- bzw. Hilfsfahrzeuge sehr zeitaufwendig sein kann.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, das in der DE 43 21 418 A1 vorgeschlagene Ortungsverfahren so zu verbessern, daß eine in Not geratene Mobilstation von den Rettungs- bzw. Hilfsfahrzeugen so schnell wie möglich gefunden werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 wiedergegeben. Die übrigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung (Ansprüche 2 und 3) sowie bevorzugte Anwendungen der Erfindung (Anspruch 4).

Die erfindungsgemäße Lösung sieht vor, das in der DE 43 21 418 A1 vorgeschlagene Ortungsverfahren wie folgt zu verbessern:

Die mindestens eine Peilung wird von mindestens einer jeweils in Funkkontakt mit dem Mobilfunknetz stehenden Suchstation durchgeführt, die entweder mit einer mobilen Basisstation und einem daran angeschlossenen mobilen Peiler oder nur mit einem mobilen Peiler ausgerüstet ist, wobei zur Realisierung des Funkkontaktes die mobile Basisstation (der mobile Peiler) über eine Funkschnittstelle an das Mobilfunknetz (an mindestens eine Basisstation des Mobilfunknetzes) angekoppelt und mit diesem (dieser) synchronisiert ist. Die mit der zu ortenden Mobilstation in Funkverbindung stehende (mobile) Basisstation des Mobilfunknetzes (der Suchstation) veranlaßt die zu ortende Mobilstation, ein oder mehrere Sendesignale auszusenden, die von dem mobilen Peiler empfangen werden. Das Ortungsergebnis wird anhand der Empfangssignale des mobilen Peilers ermittelt.

Der Vorteil dieses Verfahrens ist insbesondere darin zu sehen, daß zur Standortbestimmung einer in Not geratenen Mobilstation diese nicht mit einem (an sich bekannten) GPS (Global-Positioning-System)-Modul ausgerüstet sein muß. Ferner beschleunigen die wiederholten Peilungen im Nahbereich der Mobilstation durch die herannahenden Suchstationen (z. B. Rettungs- bzw. Hilfsfahrzeuge) die Suche nach und das Auffinden der in Not geratenen Mobilstation, auch wenn der in Not geratene Teilnehmer selbst sich nicht mehr melden kann (weil er z. B. bewußtlos ist oder von dem Täter überwältigt worden ist).

Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier Ausführungsformen näher erläutert, bei der die Suchstation z. B. ein Rettungsfahrzeug (Feuerwehr, Polizei oder

Krankenwagen) ist.

In der ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, das Rettungsfahrzeug mit einem mobilen Peiler auszurüsten.

Dieser Peiler ist an einer Basis-Station des Mobilfunknetzes über eine Funkschnittstelle (die zugehörige Steuerungsschnittstelle kann z. B. eine speziell programmierte MS-Mobilstation des GSM/D1/D2-Netzes sein) angekoppelt und mit dieser synchronisiert.

Die Basisstation, welche den Notruf empfangen hat, spricht ihrerseits das S/E-Gerät (MS) des Notmelden an und veranlaßt das Gerät, ein oder mehrere Sendesignale (z. B. 0,47 ms-Bursts) auszusenden, welche der Peiler im Rettungsfahrzeug auswerten kann. Die bei diesem Vorgang ablaufende Prozedur entspricht z. B. dem in dem Hauptpatent angegebenen Verfahrensablauf zum Verbindungsauf- und -abbau zwischen dem Mobilfunknetz und den Mobilstationen.

In der zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß das Rettungsfahrzeug eine mobile Basisstation erhält (z. B. die an sich bekannte "Mini-Basisstation" von Alcatel (vgl. Elektrisches Nachrichtenwesen, 2. Quartal 1993, Seiten 160 bis 162)), an die ein ebenfalls im Fahrzeug befindlicher mobiler Peiler angeschlossen ist. Die mobile Basisstation des Rettungsfahrzeuges bildet hier zusammen mit der in Not geratenen Mobilstation eine "Mikro-Zelle". Damit kann die Ansteuerung der Mobilstation des in Not geratenen Teilnehmers sehr viel einfacher direkt vom Rettungsfahrzeug aus geschehen, das die Mobilstation direkt zur Aussendung von Sendesignalen veranlaßt, die dann vom mobilen Peiler des Rettungsfahrzeuges gepeilt werden können. Dies gestattet dem Rettungsfahrzeug, mehrmals und zu gezielten Zeitpunkten die Peilprozedur zu wiederholen, ohne daß dafür ein komplizierter und aufwendiger Datenverkehr im ganzen GSM-Mobilfunknetz durchgeführt werden muß. Diese Mini-Basisstation ist klein und für den Suchzweck ausreichend bestückt (ein RF-Träger reicht aus).

In beiden Ausführungsvarianten tastet sich das Rettungs- oder Hilfsfahrzeug mit mehreren Peilversuchen während der Fahrt an den Notfallmeldenden heran. Irrfahrten sind weitgehend vermeidbar.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf diese beiden Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern vielmehr auch auf weitere übertragbar.

So ist es z. B. möglich, anstelle von Peilungen auf der Basis von Laufzeitmessungen Kreuzpeilungen durchzuführen. Dies bietet sich vor allem dann an, wenn mehrere Suchstationen auf dem Weg zur in Not geratenen Mobilstation sind. Diese Art der Peilung ist im Prinzip genauer als die Laufzeitpeilung, allerdings ist sie aufwendiger im Steuerdialog. Ferner sollten die Peilungen von den Suchstationen möglichst synchron durchgeführt werden, damit die gewünschte Ortungsgenauigkeit erreicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ortung von in Not geratenen Mobilstationen in einem zellular aufgebauten Mobilfunknetz mit mehreren räumlich verteilten und jeweils einer oder mehreren Zellen zugeordneten ortsfesten Basisstationen und mindestens einer Mobilstation, welches Netz mindestens eine Speicher-Einrichtung aufweist, welche Informationen über die Identität der mindestens einen Mobilstation sowie über die Zelle oder die Zellengruppe

enthält, in der die mindestens eine Mobilstation zuletzt gemeldet war, wobei die Informationen der Speicher-Einrichtung zur groben Ortsbestimmung der zu ortenden Mobilstation verwendet werden und zur genaueren Ortsbestimmung mindestens eine Peilung durchgeführt wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

— die mindestens eine Peilung wird von mindestens einer jeweils in Funkkontakt mit dem Mobilfunknetz stehenden Suchstation durchgeführt, die entweder mit einer mobilen Basisstation und einem daran angeschlossenen mobilen Peiler oder nur mit einem mobilen Peiler ausgerüstet ist, wobei zur Realisierung des Funkkontaktes die mobile Basisstation (der mobile Peiler) über eine Funkschnittstelle an das Mobilfunknetz (an mindestens eine Basisstation des Mobilfunknetzes) angekoppelt und mit diesem (dieser) synchronisiert ist;

— die mit der zu ortenden Mobilstation in Funkverbindung stehende (mobile) Basisstation des Mobilfunknetzes (der Suchstation) veranlaßt die zu ortende Mobilstation, ein oder mehrere Sendesignale auszusenden, die von dem mobilen Peiler empfangen werden;

— das Ortungsergebnis wird anhand der Empfangssignale des mobilen Peilers ermittelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Peilungen in zeitlich größeren Abständen durchgeführt werden und daß die mindestens eine Suchstation in dieser Zeit anhand der Ortungsergebnisse und ggf. weiterer Zusatzinformationen mindestens einen geeigneten Weg zwischen dem jeweiligen Standort der Suchstation und der zu ortenden Mobilstation ermittelt und sich in dieser Zeit auf diesem Weg in Richtung der zu ortenden Mobilstation bewegt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einsatz mehrerer mobiler Suchstationen

— die einzelnen Suchstationen bei der Ortung unabhängig voneinander operieren, insbesondere unabhängig voneinander die Peilungen durchführen und ihren Weg zur zu ortenden Mobilstation ermitteln, oder

— die einzelnen Suchstationen bei der Ortung kooperieren, insbesondere die Peilungen vorzugsweise in Form von Kreuzpeilungen aufeinander abgestimmt durchführen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung in einem Notfall-Melde- bzw. -Rettungssystem für Fahrzeuge, insbesondere Landkraftfahrzeuge.